

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-200462

(43)Date of publication of application : 18.07.2000

(51)Int.Cl. G11B 20/10

H03H 15/00

H03H 21/00

(21)Application number : 11-000834

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 06.01.1999

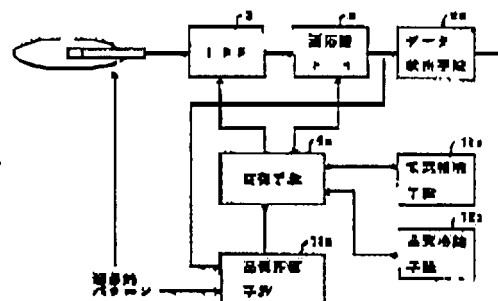
(72)Inventor: SHIMATANI KEIJI

(54) SIGNAL PROCESSING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent performing needless training after convergence upto an optimum state by confirming that an adaptive type transversal filter is converged to an optimum state.

SOLUTION: This device is provided with an adaptive type transversal filter 5 performing adaptive operation for compensating a tap coefficient so that a calculated error between a target equalization level and an output is made smaller, a quality evaluating means 10a performing evaluation of a quality value of the output by comparing an output of the adaptive type transversal filter 5 and an ideal sample value, and a control means 9a having a function setting a tap coefficient of the adaptive type transversal filter 5 and selecting execution/non-execution of adaptive operation. And the control means 9a sets a tap coefficient to the adaptive type transversal filter 5 to a quality value given a good evaluation and disables adaptive operation of the adaptive type transversal filter 5.



Cited Reference 1

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-200462
(P2000-200462A)

(43) 公開日 平成12年7月18日 (2000.7.18)

(51) Int.Cl.	識別記号	FI	サーチコード (参考)
G11B 20/10	821	G11B 20/10	321A 5D044
H03H 15/00		H03H 15/00	5J023
21/00		21/00	

審査請求 未請求 請求項の数 6 OL (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平11-834

(22) 出願日 平成11年1月6日 (1999.1.6)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

(72) 発明者 橋谷 恵治

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 100103827

弁理士 平岡 憲一 (外2名)

Fターム (参考) 5D044 C004 F001 F004 F005

5J023 A008 A004 A006 A007 A008

AC12

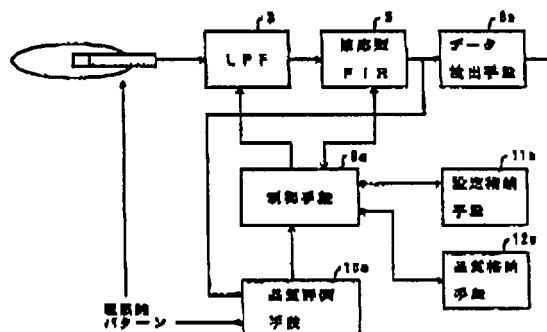
(54) 【発明の名称】 信号処理装置及びその調整方法

(57) 【要約】

【課題】 適応型トランスバーサルフィルタが最適な状態まで収束していることを確認し、最適状態に収束した後、に不必要なトレーニングを行うことを防ぐようにすること。

【解決手段】 目標等化レベルと出力との誤差を算出して該誤差が小さくなるようにタップ係数を補正する適応動作を行う適応型トランスバーサルフィルタ5と、適応型トランスバーサルフィルタ5の出力と理想的なサンプル値とを比較して該出力の品質値の評価を行う品質評価手段10aと、適応型トランスバーサルフィルタ5のタップ係数の設定及び適応動作の作動/非作動を選択する機能をもつ制御手段9aとを備え、制御手段9aは、適応型トランスバーサルフィルタ5のタップ係数を品質値の評価の良かったものに設定して適応型トランスバーサルフィルタ5の適応動作を非作動とする。

本発明の原理説明図



(2) 000-200462 (P2000-200462A)

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】目標等化レベルと出力との誤差を算出して該誤差が小さくなるようにタップ係数を補正する適応動作を行う適応型トランスバーサルフィルタと、前記適応型トランスバーサルフィルタの出力と理想的なサンプル値とを比較して該出力の品質値の評価を行う品質評価手段と、

前記適応型トランスバーサルフィルタの前記タップ係数の設定及び前記適応動作の作動／非作動を選択する機能をもつ制御手段とを備え、

前記制御手段は、前記適応型トランスバーサルフィルタのタップ係数を品質値の評価の良かったものに設定して前記適応型トランスバーサルフィルタの前記適応動作を非作動とすることを特徴とした信号処理装置、

【請求項2】前記適応型トランスバーサルフィルタの前段にローパスフィルタを設け、

前記制御手段は、前記ローパスフィルタのフィルタ特性の設定ができる機能をもつことを特徴とした請求項1記載の信号処理装置、

【請求項3】前記品質評価手段は、前記適応型トランスバーサルフィルタの出力からデータを検出するデータ検出手段を備え、

前記データ検出手段の出力と理想的なパターンとを比較して、前記データ検出手段の検出結果が誤った回数を品質値として出力することを特徴とした請求項1又は2記載の信号処理装置、

【請求項4】前記適応型トランスバーサルフィルタのタップ係数及び可変利得増幅器、前記ローパスフィルタを含むならばそれぞれの設定値を格納する設定格納手段を設けることを特徴とした請求項1〜3のいずれかに記載の信号処理装置、

【請求項5】前記品質評価手段の品質値を格納する品質格納手段を設けることを特徴とした請求項1〜4のいずれかに記載の信号処理装置、

【請求項6】目標等化レベルと出力との誤差を算出して該誤差が小さくなるようにタップ係数を補正する適応動作を行う適応型トランスバーサルフィルタと、

前記適応型トランスバーサルフィルタの前段に設けたローパスフィルタと、

前記適応型トランスバーサルフィルタの出力と理想的なサンプル値とを比較して該出力の品質値の評価を行う品質評価手段と、

前記ローパスフィルタ及び前記適応型トランスバーサルフィルタの制御を行う制御手段とを備え、

前記制御手段で、前記ローパスフィルタと前記適応型トランスバーサルフィルタを初期設定し、次に、前記ローパスフィルタのフィルタ特性を変化させて、その時の前記品質評価手段の出力から評価の良かった設定でもって前記フィルタ特性を設定し、次に、前記適応型トランスバーサルフィルタの適応動作を作動させて前記タップ係

2

数をその時の前記品質評価手段の出力から品質値の評価の良かったものに設定し、その後、前記適応型トランスバーサルフィルタの前記適応動作を非作動とすることを特徴とした信号処理装置の調整方法、

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、FIR（トランスバーサルフィルタ）の最適設定を行う信号処理装置及びその調整方法に関する。

10 【0002】

【従来の技術】図6は従来例の説明図である。図6において、従来の信号処理装置には、ヘッド1、可変利得増幅器（VGA）2、ローパスフィルタ（LPF）3、A/Dコンバータ4、適応型FIR5、PLL（フェイズロックループ）6、自動利得制御部（AGC）7、検出器8が設けてある。

【0003】ヘッド1は、磁気ディスク1aから読み出した信号をヘッドIC等で増幅して出力するものである。可変利得増幅器2は、自動利得制御部7の制御によりヘッド1からの信号を増幅するものである。ローパスフィルタ3は、可変利得増幅器2からの信号の高域ノイズをカットするものである。A/Dコンバータ4は、ローパスフィルタ3からのアナログ信号をデジタル信号に変換するものである。適応型FIR5は、FIRの設定値が最適値になるように適応動作を行うものである。PLL6は、位相比較器、ローパスフィルタ、誤差増幅器、電圧制御発振器等からなり入力信号によって任意の周波数を発生するものである。自動利得制御部7は、入力信号によって可変利得増幅器2を制御するものである。検出器8は、適応型FIR5からの信号を検出するものである。

【0004】図6のような従来技術では、適応型FIR5の適応が容易にできるようにタップ数を少なくしていた。この少ないタップ数の場合は、適応型FIR5はわずかなトレーニングで容易に最適状態に収束していたが、タップ数が少ないため等化誤差が大きいものであった。しかし、等化誤差を小さくするためタップ数を多くすると、それにつれて適応型FIR5の収束がどんどん遅くなっていた。

40 【0005】また、従来例として、特開平7-14103号公報のようにFIRを使用して、FIRのタップ係数を設定するものがあった。しかし、これはタップ係数は固定で適応型でないものであり、また、品質値を評価するものではない。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】前記従来のものには、次のような課題があった。

①：タップ数の多いFIRでは収束が遅くなるのでトレーニング時間が短いと最適状態に収束しない可能性があった。

50

3

【0007】②：確実に最速状態に収束させるには十分長い時間トレーニングさせる必要があった。

③：信号のSN比（雑音レベルに対する信号レベルの比）などによってもFIRの収束時間は変わっていた。

【0008】本発明は、このような従来の課題を解決し、FIRが最速な状態まで収束していることを確認し、最速状態に収束した後に不必要なトレーニングを行うことを防ぐようにすることを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】図1は本発明の原理説明図である。図1中、3はローパスフィルタ（LPF）、5は適応型トランスバーサルフィルタ（FIR）、8aはデータ検出手段、9aは制御手段、10aは品質評価手段、11aは設定格納手段、12aは品質格納手段である。

【0010】本発明は前記従来の課題を解決するため次のように構成した。

（1）：目標等化レベルと出力との誤差を算出して該誤差が小さくなるようにタップ係数を補正する適応動作を行う適応型トランスバーサルフィルタ5と、前記適応型トランスバーサルフィルタ5の出力と理想的なサンプル値とを比較して該出力の品質値の評価を行う品質評価手段10aと、前記適応型トランスバーサルフィルタ5の前記タップ係数の設定及び前記適応動作の作動/非作動を選択する機能をもつ制御手段9aとを備え、前記制御手段9aは、前記適応型トランスバーサルフィルタ5のタップ係数を品質値の評価の良かったものに設定して前記適応型トランスバーサルフィルタ5の前記適応動作を非作動とする。

【0011】（2）：前記（1）の信号処理装置において、前記適応型トランスバーサルフィルタ5の前段にローパスフィルタ3を設け、前記制御手段9aは、前記ローパスフィルタ3のフィルタ特性の設定ができる機能をもつ。

【0012】（3）：前記（1）又は（2）の信号処理装置において、前記品質評価手段10aは、前記適応型トランスバーサルフィルタ5の出力からデータを検出するデータ検出手段8aを備え、前記データ検出手段8aの出力と理想的なパターンとを比較して、前記データ検出手段8aの検出結果が誤った回数を品質値として出力する。

【0013】（4）：前記（1）～（3）の信号処理装置において、前記適応型トランスバーサルフィルタ5のタップ係数及び可変利得増幅器、前記ローパスフィルタを含むならばそれぞれの設定値を格納する設定格納手段11aを設ける。

【0014】（5）：前記（1）～（4）の信号処理装置において、前記品質評価手段10aの品質値を格納する品質格納手段12aを設ける。

【0015】（6）：目標等化レベルと出力との誤差を

(13) 000-200462 (P2000-200462A)

4

算出して該誤差が小さくなるようにタップ係数を補正する適応動作を行う適応型トランスバーサルフィルタ5と、前記適応型トランスバーサルフィルタ5の前段に設けたローパスフィルタ3と、前記適応型トランスバーサルフィルタ5の出力と理想的なサンプル値とを比較して該出力の品質値の評価を行う品質評価手段10aと、前記ローパスフィルタ3及び前記適応型トランスバーサルフィルタ5の制御を行う制御手段9aとを備え、前記制御手段9aで、前記ローパスフィルタ3と前記適応型トランスバーサルフィルタ5を初期設定し、次に、前記ローパスフィルタ3のフィルタ特性を変化させて、その時の前記品質評価手段10aの出力から評価の良かった設定でもって前記フィルタ特性を設定し、次に、前記適応型トランスバーサルフィルタ5の適応動作を作動させて前記タップ係数をその時の前記品質評価手段10aの出力から品質値の評価の良かったものに設定し、その後、前記適応型トランスバーサルフィルタの前記適応動作を非作動とすることを特徴とした信号処理装置の調整方法。

【0016】（作用）前記構成に基づく作用を説明する。適応型トランスバーサルフィルタ5で目標等化レベルと出力との誤差を算出して該誤差が小さくなるようにタップ係数を補正する適応動作を行い、品質評価手段10aで前記適応型トランスバーサルフィルタ5の出力と理想的なサンプル値とを比較して該出力の品質値の評価を行い、制御手段9aで前記適応型トランスバーサルフィルタ5の前記タップ係数の設定及び前記適応動作の作動/非作動を選択する機能をもつ、前記制御手段9aで前記適応型トランスバーサルフィルタ5のタップ係数を品質値の評価の良かったものに設定して前記適応型トランスバーサルフィルタ5の前記適応動作を非作動とする。このため、適応型トランスバーサルフィルタ5が最速な状態まで収束していることを確認し、最速状態に収束した後に不必要なトレーニングを行うことを防ぐことができる。

【0017】また、前記制御手段9aで、適応型トランスバーサルフィルタ5の前段に設けたローパスフィルタ3のフィルタ特性の設定ができる機能をもつ。このため、適応型トランスバーサルフィルタ5の適応動作が可能な範囲に合わせ、カットオフ周波数やブースト量等のフィルタ特性を調整することができる。

【0018】さらに、前記品質評価手段10aで、前記データ検出手段8aの出力と理想的なパターンとを比較して、前記データ検出手段8aの検出結果が誤った回数を品質値として出力する。このため、カウンタ等により誤った回数を容易に計算でき、また、誤った回数を比較した理想的なパターンの全データ数で割ることにより品質値の比較を容易にすることができる。

【0019】また、前記適応型トランスバーサルフィルタ5のタップ係数及び可変利得増幅器、前記ローパスフ

(4) 000-200462 (P2000-200462A)

5

フィルタを含むならばそれぞれの設定値を格納する設定格納手段11aを設ける。このため、設定格納手段11aの最適状態に収束したタップ係数及び可変利得増幅器、ローパスフィルタ等を含むならばそれぞれの設定値を設定することができ、後に不必要なトレーニングを行うことを防ぐことができる。

【0020】さらに、前記品質評価手段10aの品質値を格納する品質格納手段12aを設ける。このため、品質格納手段12aに最適設定の品質を保存しておくことにより、定期的に品質評価を行って、品質が著しく劣った場合は再調整を行うことができる。

【0021】また、制御手段9aで、ローパスフィルタ3と適応型トランスバーサルフィルタ5を初期設定し、次に、前記ローパスフィルタ3のフィルタ特性を変化させて、その時の前記品質評価手段10aの出力から評価の良かった設定でもって前記フィルタ特性を設定し、次に、前記適応型トランスバーサルフィルタ5の適応動作を動作させて前記タップ係数をその時の前記品質評価手段10aの出力から品質値の評価の良かったものに設定し、その後、前記適応型トランスバーサルフィルタの前記適応動作を非動作とする信号処理装置の調整方法とする。このため、ローパスフィルタ3のフィルタ特性の最適設定と適応型トランスバーサルフィルタ5が最適状態まで収束していることを確認し、最適状態に収束した後には不必要なトレーニングを行うことを防ぐことができる。

【0022】

【発明の実施の形態】図2～図5は本発明の実施の形態を示した図である。以下、図面に基いて本発明の実施の形態を説明する。

【0023】(1)：信号処理装置の説明

図2は信号処理装置の説明図であり、本発明の信号処理装置を磁気ディスク装置の信号検出方式であるPR4ML（パーシャルレスポンス＋最尤検出器）に適用したものである。

【0024】図2において、信号処理装置には、ヘッド1、可変利得増幅器（VGA）2、ローパスフィルタ（LPF）3、A/Dコンバータ4、適応型FIR5、PLL（フェイズロックループ）6、自動利得制御部7、PR4検出器8、信号処理系制御手段9、信号処理系品質評価手段10、信号処理系設定記憶手段11、信号処理系品質記憶手段12、トレーニングパターン生成器13が設けてある。また、信号処理系品質評価手段10には、PR4変換14、減算器15、2乗器16、加算器17が設けてある。

【0025】ヘッド1は、磁気ディスク1aから読み出した信号をヘッドIC等で増幅して出力するものである。可変利得増幅器2は、自動利得制御部7の制御によりヘッド1からの信号を増幅するものである。ローパスフィルタ3は、可変利得増幅器2からの信号の高域ノイ

6

ズをカットするものであり、信号処理系制御手段9よりカットオフ周波数及びブースト量が設定されるものである。

【0026】A/Dコンバータ4は、ローパスフィルタ3からのアナログ信号をデジタル信号に変換するものである。適応型FIR5は、FIRの設定値が最適値になるように適応動作を行う（PR4の場合は「1」、「0」、「-1」に等化する）ものである。PLL6

は、位相比較器、ローパスフィルタ、誤差増幅器、電圧制御発振器等からなり入力信号によって任意の周波数を発生するものである。自動利得制御部7は、入力信号によって可変利得増幅器2を制御するものである。PR4検出器8は、適応型FIR5からのデータ信号を検出するものである。

【0027】信号処理系制御手段9は、ローパスフィルタ3の設定、適応型FIR5のタップ係数の設定、適応型FIR5の適応動作の動作/非動作の選択、適応型FIR5の適応動作後のタップ係数の取得、適応型FIR5の適応動作中にFIRタップ係数が飽和していないかどうかの確認、得られたローパスフィルタ3と適応型FIR5の設定値及び品質値を記憶手段に記憶する動作を行う。

【0028】信号処理系品質評価手段10は、信号処理系の品質の評価を行うものである。信号処理系設定記憶手段11は、ローパスフィルタ3と適応型FIR5の設定値を記憶するものである。信号処理系品質記憶手段12は、適応型FIR5の最適設定値の時の品質値を記憶するものである。トレーニングパターン生成器13は、例えばランダムパターン等のトレーニング用のパターンを生成するものである。

【0029】PR4変換14は、トレーニングパターン生成器13からの信号を変換するものである。減算器15は、PR4変換14からの出力と適応型FIR5からの出力の差をとるものである。2乗器16は、減算器15の出力を2乗するものである。加算器17は、2乗器16の出力値の総和をとるものである。

【0030】（信号処理装置の動作説明）ヘッドで磁気ディスク1aから読み出しヘッドICで増幅したヘッドIC出力信号は、可変利得増幅器2により適応型FIR5の出力信号が所望の大きくなるまで増幅される。この可変利得増幅器2の利得は自動利得制御部7によって自動的にコントロールされている。その後、ローパスフィルタ3により高域ノイズ成分がカットされ、A/Dコンバータ4、適応型FIR5を通過してPR4検出器8よりPR4等化された信号のサンプル値が出力される。この時、信号処理系制御手段9では、ローパスフィルタ3と適応型FIR5のタップ係数の設定、適応型FIR5の適応動作後のタップ係数の取得、適応型FIR5の適応動作中にFIRタップ係数が飽和していないかどうかの確認、得られたローパスフィルタ3と適応型FIR5

10

20

30

40

50

7

の設定値及び品質値を記憶手段に記憶するという動作を行うものである。

【0031】(2):LPFとFIRの最適調整方法の説明

先ず、トレーニングパターン生成器13によって生成されたデータが媒体(磁気ディスク1a)に書き込まれる。その後、以下のようにして調整される。

【0032】1、信号処理系制御手段9は、ローパスフィルタ3と適応型FIR5の初期設定をする。この初期設定の値は、例えば理論的な計算で求めた値又は何台かの平均値の値等を設定する。

【0033】2、可変利得増幅器2の利得を自動的に制御する自動利得制御部7を持たない場合は、可変利得増幅器2の利得を調整する(持つ場合は、調整不要)。この調整は、可変利得増幅器2の利得の設定を変えつつ、信号処理系品質評価手段10の出力を監視し、最も評価の良かった設定でもって可変利得増幅器2の設定をする。

【0034】3、ローパスフィルタ3の調整をする。この調整は、信号処理系制御手段9がローパスフィルタ3のフィルタ特性であるカットオフ周波数又はブースト量(或いはカットオフ周波数とブースト量の両方)を少しずつ変化させながら信号処理系品質評価手段10の出力を監視し、最も評価の良かった設定でもってローパスフィルタ3の設定とする。なお、このローパスフィルタ3の広範囲の設定に対して適応型FIR5の適応動作が可能な場合にはこの調整を省略することができる。

【0035】4、適応型FIR5の調整をする。この調整手順は次のようにする。

a) 信号処理系制御手段9は、適応型FIR5の適応手段を作動させる(なお、前記1〜3では適応動作は行っていない)。

【0036】b) ある一定数のデータ(例えば品質値のバラツキが規定内になるデータ数)を読み込む。その後、信号処理系制御手段9は、適応型FIR5の設定値と品質値を読み込み、信号処理系設定記憶手段11と信号処理系品質記憶手段12に記憶しておく。以下、これを適応動作と呼ぶことにする。

【0037】c) 適応型FIR5が、適応動作中にFIRタップ係数が設定可能範囲の上限あるいは下限に達したときに飽和警告信号を出力する機能を持つ場合には、適応動作中に飽和警告信号が出力されたときに、信号処理系制御手段9はFIRタップ係数が飽和したと判断する。

【0038】適応型FIR5が、飽和警告信号を出力する機能を持たない場合には、信号処理系制御手段9は適応動作後に読み込んだFIRの設定値が、設定可能範囲の上限あるいは下限に極めて近い場合にFIRタップ係数が飽和したと判断する。

【0039】そして、FIRタップ係数が飽和したと判

(15) 000-200462 (P2000-200462A)

8

断された場合には、適応型FIR5の設定を、1つ前の適応動作後に読み込んだ設定値を全体的に一定の割合で小さくしたもの(例えば、全てのタップ係数をそれぞれ0.9倍したもの)でもって設定し直すようにする。

【0040】d) 信号処理系制御手段9は、適応動作後に読み込んだ品質値が、それまでの全ての適応動作の品質値のうちの最良値と大きく離れているときには、ノイズ等で適応手段がうまく動作しなかったものと判断し、FIRの設定を、それまでの全ての適応動作のうち最良の品質値を持ったものの設定値でもって設定し直すようにする。

【0041】e) 前記b)〜d)を繰り返す。ただし、以下の条件①、②となったときに繰り返しを終了する。

【0042】①:数回の適応動作において、品質が最良値付近でほぼ変化しなくなったとき。この場合は、FIRは最適な状態まで適応されて安定したと判断し、該安定していると思われるFIRの設定値のどれか、あるいは平均値をもって最適設定とする。

【0043】②:前記b)〜d)の繰り返しがあらかじめ決めておいた最大繰り返し数に達したとき。この場合には、全ての適応動作のうち品質値が最良値であった設定値をもって最適設定とする。

【0044】以上、前記1〜4を1通り終えた後、調整されたローパスフィルタ3、適応型FIR5の設定を初期設定として前記2〜4を数回繰り返すようにしてもよい。

【0045】(信号処理系品質評価手段の動作説明) 信号処理系品質値としては、トレーニングパターンをPR4変換14したものと適応型FIR5の出力の差を2乗器16で2乗して、その総和を加算器17でとったものを用いる。なお、2乗器16の代わりに絶対値をとる手段を設けてもよい。

【0046】得られたローパスフィルタ3、適応型FIR5の最適値とその時の品質値は、それぞれの記憶手段である信号処理系設定記憶手段11と信号処理系品質記憶手段12に記憶される。一度調整されたのちは、ローパスフィルタ3、適応型FIR5の設定は単に記憶手段に記憶されている値を設定することによって達成される。

【0047】また、信号処理系制御手段9は、信号処理系の品質を定期的に評価して、信号処理系品質記憶手段12に記憶された値よりも大きく劣った場合には、ローパスフィルタ3、適応型FIR5を再び最適調整する。

【0048】なお、上記では理想的な等化波形を算出する手段としてトレーニングパターンをPR4変換14したものを利用したが、適応型FIR5の適応手段において計算された目標等化レベル(判定回路46の出力)を用いることもできる。

【0049】(3): 信号処理系品質評価手段にカウンタを設ける場合の説明

(6') 000-200462 (P2000-200462A)

9

図3は信号処理系品質評価手段にカウンタを設ける場合の説明図であり、本発明の信号処理装置を磁気ディスク装置の信号検出方式であるPR4ML（パーシャルレスボンス+最尤検出器）に適用したものである。

【0050】図3において、信号処理装置には、ヘッド1、可変利得増幅器（VGA）2、ローパスフィルタ（LPF）3、A/Dコンバータ4、適応型FIR5、PLL（フェイズロックループ）6、自動利得制御部7、PR4検出器8、信号処理系制御手段9、信号処理系品質評価手段10、トレーニングパターン生成器13が設けてある。また、信号処理系品質評価手段10には、比較器21、エラーカウンタ22、エラーレート算出部23、リードビット数カウンタ24が設けてある。

【0051】ヘッド1は、磁気ディスク1aから読み出した信号をヘッドIC等で増幅して出力するものである。可変利得増幅器2は、自動利得制御部7の制御によりヘッド1からの信号を増幅するものである。ローパスフィルタ3は、可変利得増幅器2からの信号の高域ノイズをカットするものであり、信号処理系制御手段9よりカットオフ周波数及びブースト量が設定されるものである。

【0052】A/Dコンバータ4は、ローパスフィルタ3からのアナログ信号をデジタル信号に変換するものである。適応型FIR5は、FIRの設定値が最適値になるように適応動作を行う（PR4の場合は「1」、「0」、「-1」に等化する）ものである。PLL6は、位相比較器、ローパスフィルタ、誤差増幅器、電圧制御発振器等からなり入力信号によって任意の周波数を発生するものである。自動利得制御部7は、入力信号によって可変利得増幅器2を制御するものである。PR4検出器8は、適応型FIR5からのデータ信号を検出するものである。

【0053】信号処理系制御手段9は、ローパスフィルタ3の設定、適応型FIR5のタップ係数の設定、適応型FIR5の適応動作の作動/非作動の選択、適応型FIR5の適応動作後のタップ係数の取得、適応型FIR5の適応動作中にFIRタップ係数が飽和していないかどうかの確認等の動作を行う。

【0054】信号処理系品質評価手段10は、信号処理系の品質の評価を行うものである。トレーニングパターン生成器13は、例えばランダムパターン等のトレーニング用のパターンを生成するものである。

【0055】比較器21は、トレーニングパターン生成器13とPR4検出器8の出力を比較するものである。エラーカウンタ22は、比較器21からのエラー回数をカウントするものである。エラーレート算出部23は、カウントしたエラー回数をカウントしたリードビット数で割ってエラーレートを求めるものである。リードビット数カウンタ24は、PLL6のクロックを元にリードビット数をカウントするものである。

10

【0056】（信号処理装置の動作説明）磁気ディスク1aからの信号をヘッドICで増幅したヘッドIC出力信号は、可変利得増幅器2により適応型FIR5の出力信号が所望の大きくなるまで増幅される。この可変利得増幅器2の利得は自動利得制御部7によって自動的にコントロールされている。その後、ローパスフィルタ3により高域ノイズ成分がカットされ、A/Dコンバータ4、適応型FIR5を巡ってPR4検出器8よりPR4等化された信号のサンプル値が出力される。この時、信号処理系制御手段9では、ローパスフィルタ3の設定、適応型FIR5のタップ係数の設定、適応型FIR5の適応動作後のタップ係数の取得、適応型FIR5の適応動作中にFIRタップ係数が飽和していないかどうかの確認等の動作を行うものである。

【0057】（信号処理系品質評価手段10の動作説明）信号処理系品質値としては、トレーニングパターン生成器13からのトレーニングパターンとデータ検出器であるPR4検出器8からの出力信号を比較器21で比較して、エラー回数をエラーカウンタ22でカウントする。一方PLL6のクロックを元にリードビット数カウンタ24でリードビット数をカウントしておく。エラーレート算出部23は、エラーカウンタ22でカウントしたエラー回数をリードビット数カウンタ24でカウントしたリードビット数で割ってエラーレートを求め、これを品質値として信号処理系制御手段9に出力する。

【0058】なお、リードビット数カウンタ24を別に設け、信号処理系制御手段9がこのリードビット数のカウント値を読み込んでエラーレート（品質値）を求めることもできる。

【0059】このように、カウンタを設ける利点は、品質評価の際に磁気ディスクからのリードビット数を一定にする必要が無いことである。カウンタが無い場合には、信号評価の際に読むリードビット数を常に一定にしておく必要がある。さもなければ、同じエラーレートであってもリードビット数が多いほどエラーカウント値が大きくなり、品質値として不適当な値となるからである。

【0060】（4）：適応型FIRの説明

図4は適応型FIRの説明図である。図4において、アダプティブコライザである適応型FIRには、遅延回路31、32、乗算器33、34、係数補正回路（1、2）35、36、加算器37が設けてある。

【0061】遅延回路31、32は、入力した信号を遅延（1サンプル時間遅延D）して出力するものである。乗算器33、34は、2つの入力信号を乗算するものである。係数補正回路35、36は、タップ係数の補正を行うものである。なお、これらの係数補正回路35、36は信号処理系制御手段9と接続されている。加算器37は、入力信号の加算を行うものである。

【0062】入力信号 x_{i+1} が、遅延回路31で1サン

10

20

30

40

50

11

ブル時間遅延され、信号 x_i が出力される。この信号 x_i が、加算器37に入力されると共に、遅延回路32でさらに1サンプル時間遅延され、該遅延された信号 x_{i-1} が乗算器33と係数補正回路35に入力される。係数補正回路35では、加算器37の出力である等化器出力 y_i と信号 x_i により補正係数 c_i を出力し、乗算器33で係数補正回路35の出力 c_i と信号 x_{i-1} とを乗算して加算器37に入力する。一方、係数補正回路36は、等化器出力 y_i と入力信号 x_{i+1} により補正係数 c_{i+1} を出力し、乗算器34で係数補正回路36の出力 c_{i+1} と入力信号 x_{i+1} とを乗算して加算器37に入力する。

【0063】(5)：係数補正回路の説明

図5は係数補正回路の説明図である。図5において、係数補正回路には、乗算器41、42、減算器43、44、遅延回路45、判別部46、設定選択部47が設けられている。

【0064】乗算器41、42は、乗算値を計算するものである。減算器43、44は、減算値を計算するものである。遅延回路45は、入力した信号を遅延して出力するものである。判別部46は、計算された目標等化レベルを出力するものであり、入力信号 y_i が0.5より大きい時($y_i > 0.5$)に「1」を出力し、入力信号 y_i が-0.5より大きく0.5より小さい時($-0.5 < y_i < 0.5$)に「0」を出力し、入力信号 y_i が-0.5より小さい時($y_i < -0.5$)に「-1」を出力するものである。

【0065】係数補正回路の動作は、まず、判別部46で、等化器の出力信号 y_i を判別し、該判別した信号を減算器43に入力する。減算器43では、信号 y_i から判別部46で判別した信号とを減算する。一方、乗算器41で入力信号 x_i と減算器43の出力信号とを乗算し、該乗算した信号を減算器44に入力する。減算器44では、該減算器44の出力信号を遅延する遅延回路45の出力信号から乗算器41の出力信号を減算し、該減算した出力を乗算器42に入力する。乗算器42は、減算器44の出力信号にある定数 α を乗算して補正係数 c を出力し、この補正係数 c が設定選択部47から出力される。

【0066】なお、ある定数 α は、この値が大きいと適応型FIRの追従性が良くなるが、ノイズ等による誤適応も大きくなる。逆に、この定数 α の値が小さければ、適応型FIRの追従性が悪くなり、ノイズ等による誤適応が少なくなる。

【0067】また、設定選択部47は、信号処理系制御手段9と接続されて、タップ係数の設定、適応動作の作動/非作動の選択、適応動作後のタップ係数(補正係数 c)の取得、適応動作中にFIRタップ係数が飽和していないかどうかの確認等が行われる。

【0068】以上、実施の形態で説明したように、信号処理系の品質を確認しながら調整を行うことが可能とな

(17) 000-200462 (P2000-200462A)

12

る。その結果、適応型FIRが最適状態まで収束していることを確認し、適応型FIRが最適状態に収束した後には不必要なトレーニングを行うことを防ぐことができる。また、信号が経年変化して信号処理系の設定が最適値から外れた場合に、これを確認して、新たに最適調整をすることができる。

【0069】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば次のような効果がある。

(1)：適応型トランスバーサルフィルタで目標等化レベルと出力との誤差を算出して該誤差が小さくなるようにタップ係数を補正する適応動作を行い、品質評価手段で前記適応型トランスバーサルフィルタの出力と理想的なサンプル値とを比較して該出力の品質値の評価を行い、制御手段で前記適応型トランスバーサルフィルタの前記タップ係数の設定及び前記適応動作の作動/非作動を選択する機能を持ち、前記制御手段で前記適応型トランスバーサルフィルタのタップ係数を品質値の評価の良かったものに設定して前記適応型トランスバーサルフィルタの前記適応動作を非作動とするため、適応型トランスバーサルフィルタが最適状態まで収束していることを確認し、最適状態に収束した後には不必要なトレーニングを行うことを防ぐことができる。

【0070】(2)：制御手段で、適応型トランスバーサルフィルタの前段に設けたローパスフィルタのフィルタ特性の設定ができる機能をもつため、適応型トランスバーサルフィルタの適応動作が可能な範囲に合わせ、カットオフ周波数やブースト量等のフィルタ特性を調整することができる。

【0071】(3)：品質評価手段で、データ検出手段の出力と理想的なパターンとを比較して、データ検出手段の検出結果が誤った回数を品質値として出力するため、カウンタ等により誤った回数を容易に計算でき、また、誤った回数を比較した理想的なパターンの全データ数で割ることにより品質値の比較が容易になる。

【0072】(4)：適応型トランスバーサルフィルタのタップ係数及び可変利得増幅器、ローパスフィルタを含むならばそれぞれの設定値を格納する設定格納手段を設けるため、設定格納手段の最適状態に収束したタップ係数及び可変利得増幅器、ローパスフィルタ等を含むならばそれぞれの設定値を設定することができ、後に不必要なトレーニングを行うことを防ぐことができる。

【0073】(5)：品質評価手段の品質値を格納する品質格納手段を設けるため、品質格納手段に最適設定の品質を保存しておくことにより、定期的に品質評価を行って、品質が悪く劣った場合は再調整を行うことができる。

【0074】(6)：制御手段で、ローパスフィルタと適応型トランスバーサルフィルタを初期設定し、次に、前記ローパスフィルタのフィルタ特性を変化させて、そ

(18) 000-200462 (P2000-200462A)

13

の時の前記品質評価手段の出力から評価の良かった設定でもって前記フィルタ特性を設定し、次に、前記適応型トランスバーサルフィルタの適応動作を作動させて前記タップ係数をその時の前記品質評価手段の出力から品質値の評価の良かったものに設定し、その後、前記適応型トランスバーサルフィルタの前記適応動作を非作動とする信号処理装置の調整方法とするため、ローパスフィルタのフィルタ特性の最適設定と適応型トランスバーサルフィルタが最適状態まで収束していることを確認し、最適状態に収束した後に不必要なトレーニングを行うことを防ぐことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理説明図である。

【図2】実施の形態における信号処理装置の説明図である。

14

【図3】実施の形態における信号処理系品質評価手段にカウンタを設ける場合の説明図である。

【図4】実施の形態における適応型FIRの説明図である。

【図5】実施の形態における係数補正回路の説明図である。

【図6】従来例の説明図である。

【符号の説明】

3 ローパスフィルタ (LPF)

5 適応型トランスバーサルフィルタ (FIR)

8a データ検出手段

9a 制御手段

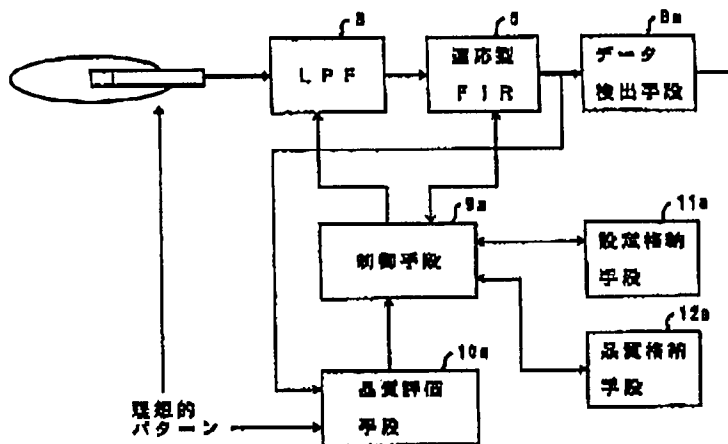
10a 品質評価手段

11a 設定格納手段

12a 品質格納手段

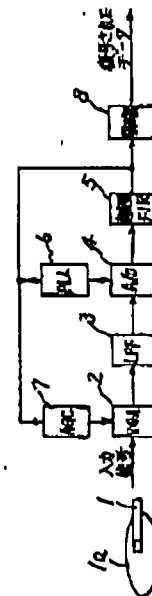
【図1】

本発明の原理説明図



【図6】

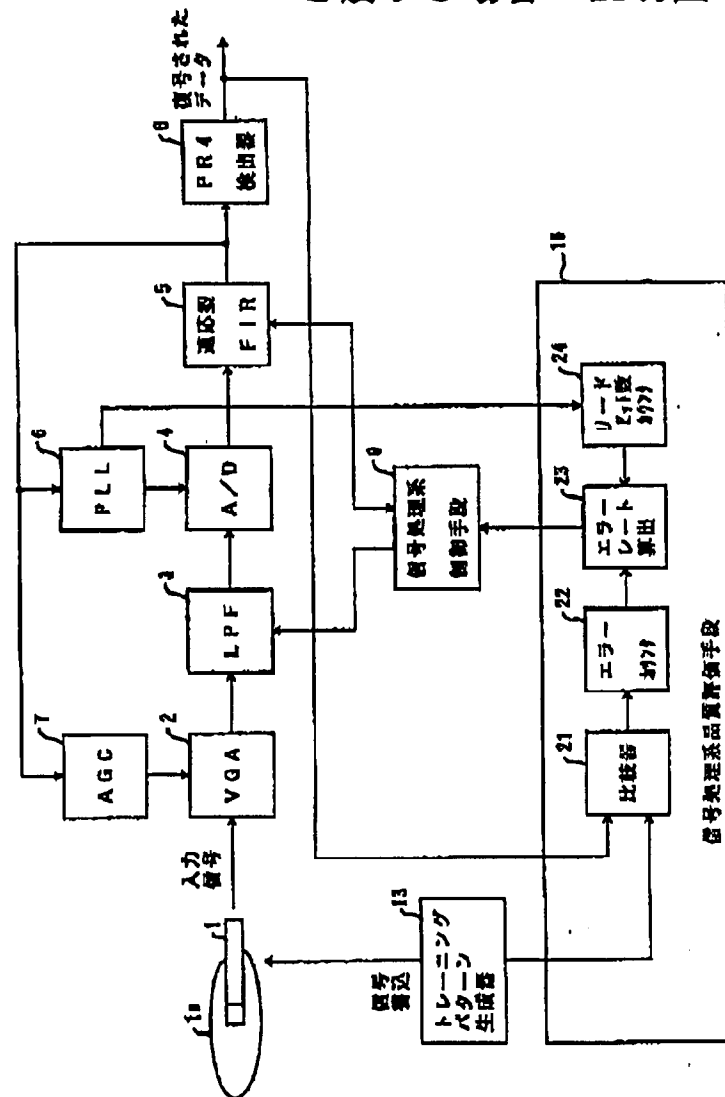
従来例の説明図



(110) 200-200462 (P2000-200462A)

【図3】

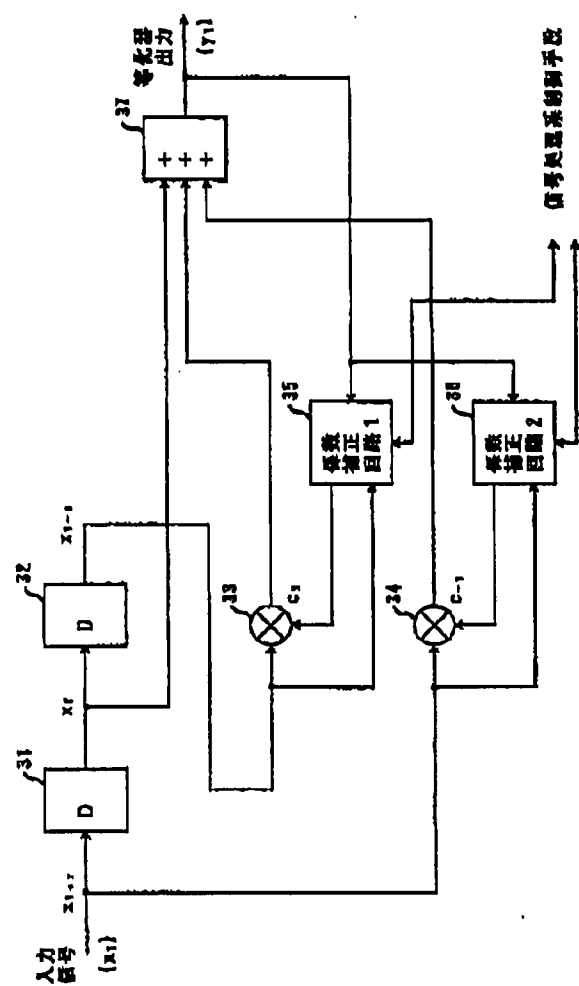
信号処理系品質評価手段にカウンタ
を設ける場合の説明図



(11) 200-200462 (P2000-200462A)

【図4】

適応型 FIR の説明図

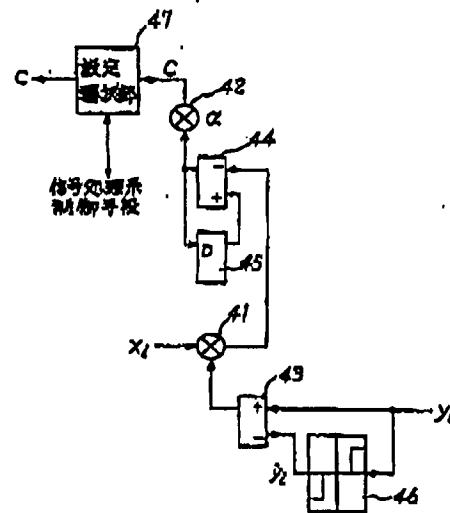


D: 1 サンプル遅延

(112) 500-200462 (P2000-200462A)

【図5】

係数補正回路の説明図



$$\begin{aligned}
 &1(x_1 > 0.5) \\
 &\hat{y}_1 = 0(-0.5 < x_1 < 0.5) \\
 &-1(x_1 < -0.5)
 \end{aligned}$$